吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物物种多样性及其分布格局

苏宇琦[1,2]， 马苏力娅[3,4]， 李雨凡[1,2]， 韦秋雨[2,5]， 王洪峰[1]， 李文军[2,3]

（1. 东北林业大学,黑龙江 哈尔滨 150040；2. 新疆抗逆植物基因资源保育与利用重点实验室,中国科学院新疆生态与地理研究所,新疆 乌鲁木齐 830011；3. 中国-塔吉克斯坦生物资源保育与利用联合实验室,中国科学院新疆生态与地理研究所,新疆 乌鲁木齐 830011；4. 内蒙古工业大学,内蒙古 呼和浩特 010051；5. 塔里木大学,新疆 阿拉尔 843300）

摘 要：为了解吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物资源现状,本文以《吉尔吉斯斯坦红皮书(2006版)》为基础,结合世界自然保护联盟(IUCN)收录的吉尔吉斯斯坦维管植物红色名录,确定了吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物名录。根据植物志等文献资料统计分析其科属组成、受威胁等级、生活型、植物资源多样性,运用ArcGIS软件结合现有保护区数据研究其物种丰富度的地理分布格局。结果表明:吉尔吉斯斯坦受威胁植物有27科61属86种(含种下等级,下同),被子植物占绝对优势(98.36%),受威胁植物物种数前五科分别为百合科(Liliaceae,17种)、蔷薇科(Rosaceae,9种)、菊科(Asteraceae,9种)、伞形科(Apiaceae,9种)和唇形科(Lamiaceae,6种);从受威胁等级来看,极危种(CR)12种、濒危种(EN)22种、易危种(VU)52种,人类活动是最主要的威胁因素。生活型划分为多年生草本64种、乔木9种、灌木7种、半灌木6种、一年生草本和藤本均为1种。受威胁植物在植物地理区尺度上分布不均匀,集中分布在吉尔吉斯斯坦的西部和西南部,且物种丰富度高的植物地理区覆盖的保护区面积却较小。

关键词：受威胁植物；维管植物；分布格局；物种多样性；吉尔吉斯斯坦

生物多样性是人类赖以生存和发展的物质基础,为人类生产生活提供了丰富的物质资源。中亚是全球重要的生物多样性热点地区之一,在拥有丰富植物资源的同时生态系统也十分脆弱[1-2]。吉尔吉斯斯坦位于欧亚大陆的腹心地带,国土面积约199957 km^2,仅占中亚五国的5%,北邻哈萨克斯坦和中国,西南与塔吉克斯坦相邻,西邻乌兹别克斯坦,东邻中国新疆[3-4]。吉尔吉斯斯坦属于大陆性气候,地形地貌以山地为主,其中海拔在3000~4000 m的地区占全境1/3,草甸草原和高山、亚高山草原分布在海拔2000~5000 m的山区,海拔差的优势使其拥有丰富的水资源,为动植物提供了良好的生存条件,使其拥有中亚地区一半以上的高等植物[3-5]。Shishkin等[6]在1950—1962期间出版了《Flora Kirgizskoj SSR》;Vykhodsev[7-8]于1967—1970年相继出版了前11卷《Flora Kirgizskoj SSR》的补充卷1~2。该植物志记载了物种的形态特征、生活型、植物区系、经济价值、分布等一些基本信息。Lazkov等[9]在2011年出版了《吉尔吉斯斯坦维管植物名录》,该名录用俄语出版并附有英语简介和前言,包含3869种维管植物,其中3798种是本土物种。2014年,Lazkov等[10]更新了《吉尔吉斯斯坦维管植物名录》,增加了58个物种,共有113科830属3927种。

受威胁物种是生物多样性的重要组成部分,为研究受威胁物种的地理分布、受威胁原因、保护对策等提供了直接有效的参考依据。第一版《吉尔吉斯共和国红色数据手册》于1985年出版,收录13种哺乳动物(含亚种)、20种鸟类(含亚种)、3种爬行动

收稿日期：2024-02-01； **修订日期**：2024-04-08
基金项目：新疆维吾尔自治区区域协调创新专项(上海合作组织科技伙伴计划及国际科技合作计划)(2023E01018);第三次新疆综合科学考察(2022xjkk1505);东北亚生物多样性研究中心项目;东北亚维管植物编目(2572022DS05)
作者简介：苏宇琦(1999-),女,硕士研究生,主要从事植物多样性研究. E-mail: 2021125148@nefu.edu.cn
通讯作者：王洪峰. E-mail: wanghongfeng90@163.com

物、2种鱼类、5种昆虫和71种高等植物[4]。2005年吉尔吉斯斯坦政府发布的新版受威胁物种清单包括4种真菌、83种高等植物、18种节肢动物、7种鱼类、2种两栖动物、8种爬行动物、57种鸟类和23种哺乳动物，此后于2006年出版《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]。当前，全球气候变化、物种生存环境变化、外来物种入侵、人类活动等因素可能会对吉尔吉斯斯坦植物多样性产生不利影响[4,11]。吉尔吉斯斯坦现有2/3的栖息地面临着全球变暖的风险，将导致栖息地退化或消失[11]。此外，还存在过度砍伐、采集花卉果实进行贸易、农业占用耕地、旅游业等经济发展、采矿等工业开发、城市化等一系列造成生物多样性减少、受威胁物种增加的因素[1,4,11]。

本文以《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]为基础，结合IUCN收录的吉尔吉斯斯坦维管植物红色名录，确定了吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物名录，对其科属组成、受威胁等级、生活型、植物资源多样性进行统计分析，并研究物种丰富度分布格局，结合现有保护区数据提出吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物的保护建议，旨在为有效保护吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 数据来源

通过查阅《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]、《吉尔吉斯斯坦维管植物名录》[10]，初步获得吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物名录。在此基础上，从世界自然保护联盟（IUCN, https://www.iucnredlist.org/）下载吉尔吉斯斯坦维管植物红色名录，对吉尔吉斯斯坦处于受威胁等级即极危（CR）、濒危（EN）和易危（VU）的维管植物进行整理、归纳，编制出吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物名录。根据《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]、《Flora Kirgizskoj SSR》[6]和补充卷1~2[7-8]和POWO（Plants of the World Online, https://powo.science.kew.org/）整理受威胁维管植物的生活型。根据《中亚植物资源及其利用》[12]《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]《苏联植物志》[13]确定植物经济价值。根据《吉尔吉斯斯坦维管植物名录》[10]《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]、GBIF（Global Biodiversity Information Facility, https://www.gbif.org/）提取物种分布数据。

1.2 研究方法

1.2.1 *确定受威胁植物名录* 利用TNRS（Taxonomic Name Resolution Service）对植物学名进行核对，通过POWO校正接受名后进行去重，《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]与IUCN同一物种但受威胁等级不同情况下，保留较高受威胁等级，同时删除《吉尔吉斯斯坦维管植物名录》[10]中未收录和POWO、GBIF未在吉尔吉斯斯坦分布的种。

1.2.2 *分类系统* 蕨类植物、裸子植物和被子植物分别采用PPG I[14]，Christenhusz系统[15]和APG IV系统[16]。

1.2.3 *生活型分类* 根据《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]、《Flora Kirgizskoj SSR》[6]和补充卷1~2[7-8]、POWO和《苏联植物志》[13]将受威胁维管植物的生活型划分为一年生草本、藤本、乔木、半灌木、灌木、多年生草本。

1.2.4 *植物资源类型* 参照吴征镒先生提出的植物资源分类系统[11]，并结合《中亚植物资源及其利用》[12]，将吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物的植物资源划分为保护和改造环境植物、食用植物、药用植物、工业用植物、饲料植物5种类型。

1.2.5 *受威胁因素* 依据《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]将吉尔吉斯斯坦受威胁植物的受威胁因素分为过度放牧、人为采集利用、人类经济活动、物种自身限制、气候变化、狭域分布、自然灾害、病虫害和原因不明9类。

1.2.6 *物种分布格局* 利用ArcGIS 10.2软件绘制吉尔吉斯斯坦受威胁植物分布图。将吉尔吉斯斯坦受威胁植物的分布数据与吉尔吉斯斯坦植物地理区地图进行关联，分别统计各植物地理区受威胁植物的物种丰富度（Richness），生成物种丰富度的地理分布数据库；统计吉尔吉斯斯坦各植物地理区的物种数，采用自然间断点分级法对物种丰富度进行等级划分，绘制吉尔吉斯斯坦受威胁植物物种丰富度在植物地理区水平的分布图。从ProtectedPlanet.net网站上的世界保护区数据库下载保护区图层，利用ArcGIS 10.2将保护区图层与吉尔吉斯斯坦受威胁植物丰富度图层进行叠加进而分析保护区薄弱区域。

2 结果与分析

2.1 植物物种组成

根据《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]收录的81种受

威胁植物,IUCN收录的25种受威胁植物,归纳整理后分别得到《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]收录的26科55属72种,IUCN收录的5科9属14种。最终吉尔吉斯斯坦受威胁植物共有27科61属86种(含种下等级,下同),其中,被子植物有26科60属85种,占吉尔吉斯斯坦受威胁植物的98.84%,是吉尔吉斯斯坦受威胁植物的主体部分。裸子植物仅有1种,占吉尔吉斯斯坦受威胁植物的1.16%(表1)。

《吉尔吉斯斯坦红皮书》与IUCN收录相同的种有5科8属11种,除郁金香属(*Tulipa*)含有4种外,其余7属都仅含有1种,分别为鲜卑花属(*Sibiraea*)、鼠尾草属(*Salvia*)、忍冬属(*Lonicera*)、苹果属(*Malus*)、沙冬青属(*Ammopiptanthus*)、梨属(*Pyrus*)、山楂属(*Crataegus*)。

《吉尔吉斯斯坦红皮书》与IUCN收录不同的种共有26科56属75种,《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录25科53属65种,IUCN收录4科5属10种。从科的方面来看,蓼科(Polygonaceae,2种)只收录在IUCN中;百合科(Liliaceae)共有13种,《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录7种,IUCN收录6种;菊科(Asteraceae)共有9种,《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录8种,IUCN收录1种;蔷薇科(Rosaceae)共有5种,《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录4种,IUCN收录1种。

由表2可知,受威胁植物物种数目最多的5个科,包括百合科2属,占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总属数的3.28%,17种,占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总物种数的19.77%。菊科、伞形科(Apiaceae)和蔷薇科均为9种,占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总物种数的10.47%,但是菊科有9属,伞形科有8属,蔷薇科有7属,分别占14.75%、13.11%和11.48%。唇形科(Lamiaceae)4属6种,分别占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总属数和总物种数的6.56%和6.98%。

根据各科所含种数的多少,将其划分为4个等级:>9种的科、5~9种的科、2~4种的科、仅有1种的科。由表2和表3可知,吉尔吉斯斯坦受威胁植物中所含物种数多于10种的科只有百合科,占总科数的3.70%,所含种数17种。5~9种的科有4科,占总科数的14.81%,所含种数33种。2~4种的科有9科,占总科数的33.33%,所含种数23种。吉尔吉斯斯坦受威胁植物中仅有1种的科有13个,占总科数的48.15%,所含种数13种,占总种数的15.12%;包括裸子和被子植物13科,即松科(Pinaceae)、天南星科(Araceae)、小檗科(Berberidaceae)、葡萄科(Vitaceae)、十字花科(Brassicaceae)、檀香科(Santalaceae)、白花丹科(Plumbaginaceae)、紫草科(Boraginaceae)、茄科(Solanaceae)、玄参科(Scrophulariaceae)、紫葳科(Bignoniaceae)、桔梗科(Campanulaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)。

由表4可知,所含物种数>9种的属有1属,占总属数的1.64%,含物种数16种,均为郁金香属,占总物种数的18.60%。所含物种数为2~9种的有9属,占总属数的14.75%,含物种数19种,占总物种数的

表1 吉尔吉斯斯坦受威胁植物的物种统计

Tab. 1 Species statistics of threatened plants in Kyrgyzstan

类群	含物种数	百分比/%	含科数	百分比/%	含属数	百分比/%
被子植物	85	98.84	26	96.3	60	98.36
裸子植物	1	1.16	1	3.7	1	1.64
合计	86	100	27	100	61	100

表2 吉尔吉斯斯坦受威胁植物最多的5个科

Tab. 2 Five families of the most threatened plants in Kyrgyzstan

科	属		种	
	数量	比例/%	数量	比例/%
百合科(Liliaceae)	2	3.28	17	19.77
菊科(Asteraceae)	9	14.75	9	10.47
伞形科(Apiaceae)	8	13.11	9	10.47
蔷薇科(Rosaceae)	7	11.48	9	10.47
唇形科(Lamiaceae)	4	6.56	6	6.98

表3 受威胁植物科所含物种数量分类

Tab. 3 Classification of the number of species in the threatened plant family

所含物种数	科数	属数	种数	占总科数比例/%
>9种	1	2	17	3.70
5~9种	4	28	33	14.81
2~4种	9	18	23	33.33
1种	13	13	13	48.15
合计	27	61	86	100

表4 受威胁植物属所含物种数量分类

Tab. 4 Classification of the number of species in the threatened plant genera

所含物种数	属数	占总属数比例/%	种数	占总种数比例/%
>9种	1	1.64	16	18.60
2~9种	9	14.75	19	22.09
1种	51	83.61	51	59.30
合计	61	100	86	100

22.09%。受威胁物种仅含1种的属有51属，占总属数的83.61%，占总物种数的59.03%，构成了吉尔吉斯斯坦受威胁植物的主体部分。

2.2 受威胁植物等级分析

《吉尔吉斯斯坦红皮书》与IUCN收录相同的11种中，受威胁等级相同的有6种，极危(CR)仅有*Sibiraea tianschanica* (Krasn.) Pojark. 1种，其余5种均为易危(VU)，4种属于郁金香属，1种属于鼠尾草属。

受威胁等级不同的5种中，有4种在IUCN中收录的受威胁等级更高，分别为极危3种，濒危(EN)1种；仅极危种*Lonicera paradoxa* Pojark. 1种在《吉尔吉斯斯坦红皮书》中收录的受威胁等级更高。

吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物中极危种12种，如沙冬青(*Ammopiptanthus nanus* (Popov) S. H. Cheng)、石玄参(*Nathaliella alaica* B. Fedtsch.)、中亚角蒿(*Incarvillea olgae* Regel)等，占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总种数的13.95%；其中《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录7种，IUCN收录5种，分别占极危种的58.33%和41.67%。濒危种22种，如毛蕊郁金香(*Tulipa dasystemon* (Regel) Regel)、长柱郁金香(*Tulipa orithyioides* Vved.)、塔拉斯郁金香(*Tulipa talassica* Lazkov)等，占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总种数的25.58%；其中《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录16种，IUCN收录6种，分别占濒危种的72.73%和27.27%。易危种52种，如四国白叶冷杉(*Abies sibirica subsp. semenovii* (B. Fedtsch.) Farjon)、浅波郁金香(*Tulipa jacquesii* Zonn.)、皇帝郁金香(*Tulipa fosteriana* Hoog ex B. Fedtsch.)等，占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总种数的60.47%；其中《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录49种，IUCN收录3种，分别占易危种的94.23%和5.77%。

从各受威胁等级所含物种数来看，易危种是吉尔吉斯斯坦受威胁植物的主要组成部分，其次是濒危种。在3个受威胁等级中，《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录的物种数均多于IUCN，以易危种最为突出。郁金香属是唯一含种数>9种的属(表4)，其中有10种属于易危种，高达易危种的19.23%；有6种属于濒危种，占濒危种的27.27%。

2.3 生活型

根据植物生活史及其木质化程度，将吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物生活型划分为：乔木、灌木、半灌木、藤本、多年生草本、一年生草本6类，由图1可知，其中藤本(葡萄，*Vitis vinifera* L.，VU)和一年生草本(*Fumariola turkestanica* Korsh.，EN)均为1种，占总物种数的1.16%。乔木9种、灌木7种、半灌木6种、多年生草本64种，分别占总物种数的10.47%、8.14%、6.98%、74.42%。多年生草本在3个受威胁等级中所占比例均显著高于其他生活型，在吉尔吉斯斯坦受威胁植物中占绝对优势。灌木中：极危种所占比例灌木>乔木>半灌木>多年生草本，多年生草本中：濒危种所占比例多年生草本>乔木>灌木，半灌木中没有濒危种，易危种所占比例中：半灌木>多年生草本>乔木>灌木。

2.4 植物资源多样性

根据植物经济用途，可将吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物划分为：保护和改造环境植物、食用植物、药用植物、工业用植物和饲料植物5类。由图2可知，保护和改造环境植物有35种，如四国白叶冷杉、格来杰氏郁金香(*Tulipa greigii*)、紫蕊白头翁(*Pulsatilla kostyczewii*)等，占吉尔吉斯斯坦受威胁植物总种数的40.70%，是吉尔吉斯斯坦受威胁植物资源的重要组成部分。食用植物有6种，如荆豆小檗(*Ber-*

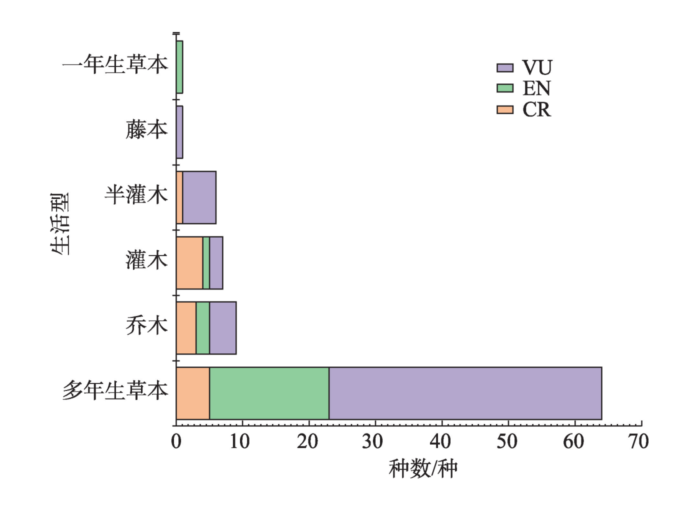


图1 吉尔吉斯斯坦受威胁植物生活型

Fig. 1 Threatened plant life forms in Kyrgyzstan

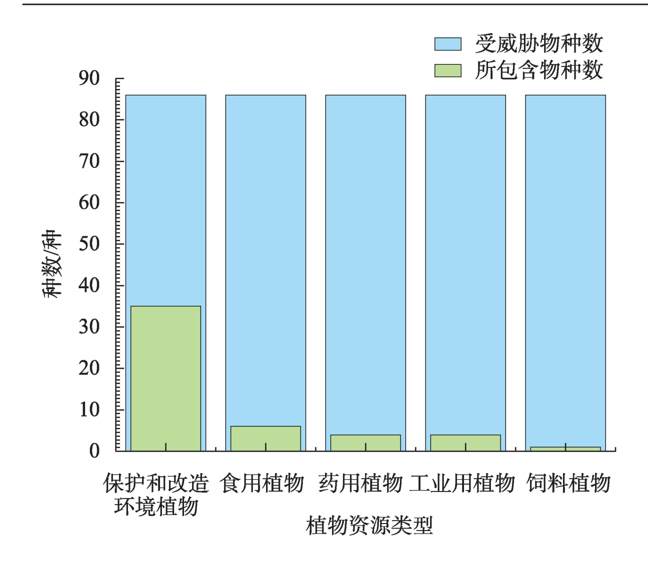


图2　吉尔吉斯斯坦受威胁植物资源多样性组成

Fig. 2　Diversity composition of threatened plant resources in Kyrgyzstan

beris ulicina)、硕萼报春(*Primula veris* subsp. *macrocalyx*)、中亚角蒿等，占总种数的6.98%。药用植物有沙冬青、*Prunus bucharica*、葡萄、硕萼报春4种，占总种数的4.65%。工业用植物有*Malus domestica*、*Acanthophyllum gypsophiloides*、*P. bucharica*、葡萄4种，占总种数的4.65%。葡萄是仅有的饲料植物，还是唯一同时拥有4种植物资源属性的植物，占总种数的1.16%(同一物种多种植物资源分别统计)。同时拥有3种植物资源属性的植物有2种；同时拥有2种植物资源属性的植物有3种；只有1种植物资源属性的植物有34种，其中保护和改造环境植物31种、食用植物2种、工业用植物1种。各植物资源在易危种等级所含物种数均高于极危种和濒危种，保护和改造环境植物在3个受威胁等级中所含物种数均高于其他植物资源，易危种中最为显著，占比46.15%。

2.5　受威胁因素分析

由图3可知，吉尔吉斯斯坦受威胁植物的受威胁因素主要包括过度放牧、人为采集利用、人类经济活动、物种自身限制、气候变化、狭域分布、自然灾害、病虫害和原因不明9类(同一物种多种因素分别统计)。过度放牧有49种，占受威胁植物总种数的56.98%；人为采集利用有41种，占受威胁植物总种数的47.67%；人类经济活动有27种，占受威胁植物总种数的31.40%；物种自身限制有8种，占受威胁植物总种数的9.30%；气候变化有7种，占受威胁

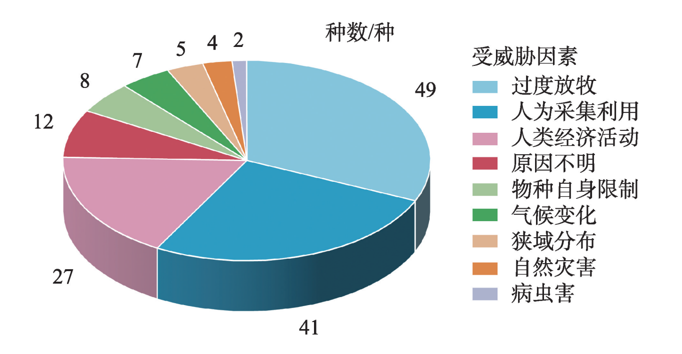


图3　吉尔吉斯斯坦受威胁植物的受威胁因素

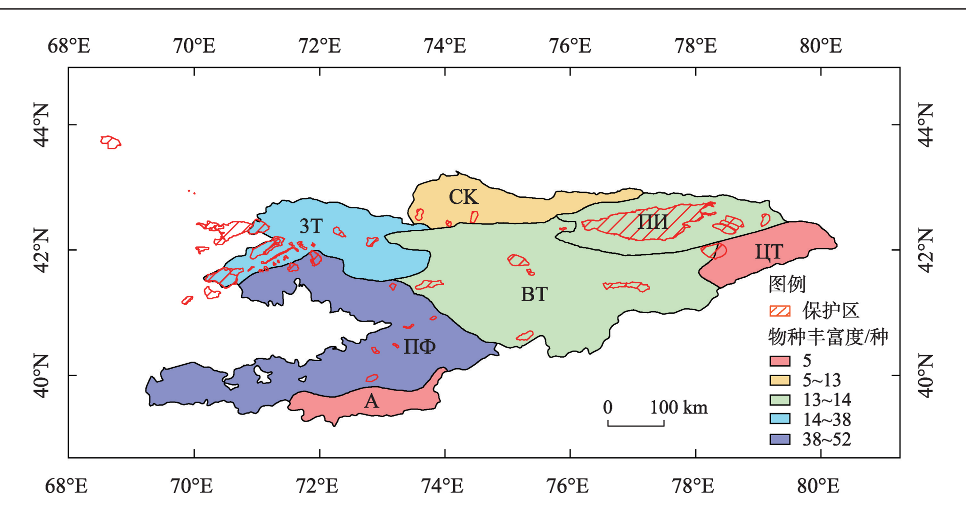
Fig. 3　Threatened factors of threatened plants in Kyrgyzstan

植物总种数的8.13%；狭域分布有5种，占受威胁植物总种数的5.81%；自然灾害有4种，占受威胁植物总种数的4.65%；病虫害有2种，占受威胁植物总种数的2.33%以及12种不明确受威胁原因，占受威胁植物总种数的13.95%。根据不同受威胁因素所含物种数占受威胁植物总种数比例来看，过度放牧是影响吉尔吉斯斯坦受威胁植物的主要原因，其次是人为采集利用和人类经济活动，病虫害导致吉尔吉斯斯坦植物受威胁相对最小。

2.6　受威胁植物物种丰富度分布格局

由图4可知，受威胁植物在植物地理区尺度上的水平分布差异较大，分布不均匀。受威胁植物集中分布在吉尔吉斯斯坦西部、西南部的ПФ(吉尔吉斯斯坦费尔干纳地区)和ЗТ(西天山)，东部ЦТ(中天山)和南部A(阿赖山谷)分布较少。统计各植物地理区的物种丰富度并进行排序，其丰富度格局被分为5个等级：I级代表包含38~52物种的植物地理区，包括ПФ(吉尔吉斯斯坦费尔干纳地区)；II级代表包含14~38物种的植物地理区，包括ЗТ(西天山)；III级代表包含13~14物种的植物地理区，包括ВТ(内天山)、ПИ(伊塞克湖盆地)；IV级代表包含5~13物种的植物地理区，包括СК(吉尔吉斯斯坦北部)；V级代表包含5物种的植物地理区，包括A(阿赖山谷)、ЦТ(中天山)。

从ProtectedPlanet.net网站获取吉尔吉斯斯坦国家自然保护区图层，研究区陆地总面积为199957 km^2，有35个保护区，保护区陆地面积为13408 km^2。保护区陆地面积占陆地总面积6.71%，大部分集中在东北部。结合吉尔吉斯斯坦受威胁植物丰富度图和保护区图可知，作为III级丰富度的ПИ(伊塞克湖盆地)植物地理区有大面积较为完整



注:底图采用自然资源部标准地图制作,审图号为GS(2016)1666号,对底图边界无修改。CK(吉尔吉斯斯坦北部);ПИ(伊塞克湖盆地);ЦТ(中天山);ЗТ(西天山);ПФ(吉尔吉斯斯坦费尔干纳地区);ВТ(内天山);A(阿赖山谷)。

图4 吉尔吉斯斯坦受威胁植物丰富度与保护区叠加

Fig. 4 Richness of threatened plants in Kyrgyzstan superimposed on protected areas

的保护区,但是ПФ(吉尔吉斯斯坦费尔干纳地区)植物地理区作为I级丰富度高地区,保护区覆盖面积较小且分布零散。

3 讨 论

吉尔吉斯斯坦特殊的地理环境为动植物提供了良好的生存条件,拥有近4000种高等植物[10]。但全球气候变化、物种生存环境变化、外来物种入侵、人类活动等因素也对吉尔吉斯斯坦植物多样性产生了不利影响[4,11]。本研究结果显示,吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物有27科61属86种,吉尔吉斯斯坦受威胁植物最多的5个科中,除位居第一的百合科外,其余四科蔷薇科、菊科、伞形科、唇形科均在吉尔吉维管植物前10个科中。其中百合科中的郁金香属受威胁物种达16种,占总物种数的18.60%。

根据受威胁因素分析,过度放牧和人为采集利用是导致植物受到威胁的主要原因,与受威胁植物所拥有的植物资源利用价值高度吻合。1950—2017年,由于生活质量的提高,吉尔吉斯斯坦人口快速增长,由150×10⁴人增长到600×10⁴人,充分利用生物多样性的同时,也造成了严重的破坏[1]。人为采集利用主要包括采集花卉和果实、砍伐用作木材、被当作食物以及拥有药用价值进行采集;人类经济活动主要包括开采矿石、耕地、农业用地、旅游业、道路建设等城市化用地;物种自身限制主要包括繁殖能力弱和传播能力弱[1,4]。吉尔吉斯斯坦只有一半的国土面积用于农业,游牧民族在吉尔吉斯斯坦和中国高山牧场以及土库曼斯坦和哈萨克斯坦的半沙漠地区劳作,过度放牧会破坏草原生态系统,同时颜色鲜艳的植物易吸引牲畜被啃食[1,4,17]。与木本植物相比,草本植物生长密度相对较大,人为采集利用率高[18-19]。其次是灌木与乔木,与草本植物相比灌木具有较强适应干旱区粗糙土壤的能力[20],灌木易被人们当作杂灌砍伐,乔木被采伐用于木材制造,植株较大采伐相对不易,受威胁相对较轻[21]。受威胁植物中植物资源受到破坏最为严重的是保护和改造环境植物,其中郁金香属占易危种(VU)的19.23%,同时在受威胁植物包含物种较多的属中位居第一,这是因为拥有美丽花朵的观赏植物比其他植物面临更高的灭绝风险,如被采摘以及在市场上销售[4,21-22]。矿冶业占吉尔吉斯斯坦全国出口收入的30%,大多数大型矿产储量都在高山上,物种的生存环境受到大面积范围的破坏[1]。

吉尔吉斯斯坦受威胁植物集中分布在西部和西南部,可能与其他植物地理区相比较大面积缺少植被覆盖,自身植物多样性较低易受到威胁有关[11]。在费尔干纳山脉的森林中约有20×10⁴人生活,高密度的人口以及对费尔干纳河谷坡地高度耕种地区的扩张[1],都会加重对该地区植物生存环境的破坏,受威胁植物增多,但保护区覆盖面积较少。吉尔吉斯斯坦大面积较为完整的保护区建立在丰富度III级的东北部ПИ(伊塞克湖盆地),伊塞克湖生物圈

保护区包括吉尔吉斯斯坦伊塞克湖州全境，面积 430×10^4 hm^2，其中，Sarychat-Ertash自然保护区是吉尔吉斯斯坦保护和监测最好的保护区之一[1]。

4 结 论

本研究基于《吉尔吉斯斯坦红皮书》[4]和IUCN编制吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物名录，分析了植物物种组成、生活型、受威胁等级、植物资源类型、受威胁植物分布格局和保护薄弱区域，主要结论如下：

（1）吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物共有27科61属86种，《吉尔吉斯斯坦红皮书》收录物种较多。《吉尔吉斯斯坦红皮书》和IUCN共同收录的有11种，有6种受威胁等级相同，其余有4种在IUCN中受威胁等级更高。

（2）多年生草本在各受威胁等级中所占比例均显著高于其他生活型，占绝对优势。受威胁植物中普遍有重要经济价值，以保护和改造环境植物居多。综合受威胁因素原因，人类活动对植物造成的破坏是最主要的威胁。

（3）吉尔吉斯斯坦受威胁植物在植物地理区尺度上分布不均匀，集中分布在西部、西南部的费尔干纳地区和西天山，东部中天山和南部阿赖山谷分布较少。保护区覆盖面积较小，受威胁植物物种丰富度高的地区缺少保护区覆盖。

（4）根据吉尔吉斯斯坦受威胁植物保护现状，建议加强对土地利用的监管，每年规定休牧期以防过度放牧；制定并完善相关法律法规禁止花卉、球茎的采集或贸易，在人口集中的地区加强定期监测；加大资金和科研投入，采用就地保护和迁地保护相结合的方式，优先考虑未被保护区覆盖、保护区面积较小的区域，新建、扩建保护区，最大限度的保护植物资源；加强对植物资源和受威胁植物保护意义的宣传力度，提高公众对植物资源和受威胁植物保护的意识。此外，吉尔吉斯斯坦国家级红色名录评估已过去18 a，需要结合当地野外工作和研究开展评估，以期基于更全面准确的数据掌握吉尔吉斯斯坦受威胁维管植物的生存现状，为吉尔吉斯斯坦乃至中亚植物多样性保护政策的制定提供理论依据。

参考文献（References）：

[1] Cepf L, Suite, Crystal City V A. Critical ecosystem partnership fund mountains of Central Asia biodiversity hotspot request for proposals preparation and delivery of ecosystem profile[J]. Draft for Submission to the CEPF Donor Council, 2017.

[2] 胡汝骥, 姜逢清, 王亚俊, 等. 中亚(五国)干旱生态地理环境特征[J]. 干旱区研究, 2014, 31(1): 1−12. [Hu Ruji, Jiang Fengqing, Wang Yajun, et al. Arid ecological and geographical conditions in five countries of Central Asia[J]. Arid Zone Research, 2014, 31(1): 1−12.]

[3] 王国强, 黄璐琦, 谢冬梅. 吉尔吉斯斯坦传统药用植物概况[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(3): 391−396. [Wang Guoqiang, Huang Luqi, Xie Dongmei. Introduction of traditional medicinal plants in Kyrgyzstan[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2014, 39(3): 391−396.]

[4] Shukurov E D. The Red Book of the Kyrgyz Republic[M]. 2 ed. Bishkek: State Agency on Environment Protection and Forestry under the Government of Kyrgyz Republic. Institute for Biology and Pedology of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic. Ecological Movement "Aleine" of Kyrgyzstan, 2006: 544 .

[5] 周桂玲, 邱东, 买买提江·吐尔逊, 等. 吉尔吉斯斯坦小麦族区系地理研究[J]. 干旱区地理, 2013, 36(4): 579−583. [Zhou Guiling, Qiu Dong, Tuerxun Maimaitijiang, et al. Flora of Triticeae in Kyrgyzstan[J]. Arid Land Geography, 2013, 36(4): 579−583.]

[6] Shishkin B K, Vvedensky A Z. Flora Kirgizskoj SSR 1−11[M]. Bishkek: A Kirgizskoj SSSR, 1950−1962.

[7] Vykhodsev Y V. Flora Kirgizskoj SSR, Suppl.[M]. 1st ed. Bishkek: Academy Nauk Kirgizskoj SSSR, 1967.

[8] Vykhodsev Y V. Flora Kirgizskoj SSR, Suppl.[M]. 2nd ed. Bishkek: Academy Nauk Kirgizskoj SSSR, 1970.

[9] Lazkov G A, Sultanova B A. Checklist of Vascular Plants of Kyrgyzstan[M]. Helsinki: Norrlinia, 2011.

[10] Lazkov G A, Sultanova B A. Checklist of Vascular Plants of Kyrgyzstan[M]. Bishkek: United Nations Development Programme, 2014.

[11] Zhang Y M, Zhang D Y, Li W J, et al. Characteristics and utilization of plant diversity and resources in Central Asia[J]. Regional Sustainability, 2020, 1(1): 1−10.

[12] 张元明, 李耀明, 沈观冕. 中亚植物资源及其利用[M]. 北京: 气象出版社, 2013: 125−195. [Zhang Yuanming, Li Yaoming, Shen Guanmian. Plant Resources and Utilization in Central Asia[M]. Beijing: China Meteorological Press, 2013: 125−195.]

[13] Komarov V L. Flora of the USSR 1−30[M]. Academy of Sciences of the USSR, Moscow & Leningrad, 1934−1964.

[14] Schuettpelz E, Schneider H, Smith A, et al. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns[J]. Journal of Systematics and Evolution, 2016, 54(6): 563−603.

[15] Christenhusz M J M, Reveal J L, Farjon A, et al. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms[J]. Phytotaxa, 2011, 19: 55−70.

[16] James W, Mark W, Maarten J, et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flow-

ering plants: APG IV[J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2016, 181(1): 1–20.

[17] 李小锋, 惠婷婷, 李耀明, 等. 不同放牧管理方式对新疆山地草原植物群落特征的影响[J]. 干旱区研究, 2024, 41(1): 124–134. [Li Xiaofeng, Hui Tingting, Li Yaoming, et al. Effects of different grazing management strategies on plant diversity in the mountain grassland of Xinjiang, China[J]. Arid Zone Research, 2024, 41(1): 124–134.]

[18] 宋兆斌, 辛智鸣, 朱雅娟. 阿拉善高原荒漠植物资源及其特征[J]. 水土保持通报, 2022, 42(5): 49–56. [Song Zhaobin, Xin Zhiming, Zhu Yajuan. Desert plant resources and its characteristics in Alxa Plateau[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(5): 49–56.]

[19] 姜莹, 全雪丽, 朴成日, 等. 长白山自然保护区的野生有毒植物资源与有毒成分研究[J]. 生物资源, 2020, 42(6): 603–616. [Jiang Ying, Quan Xueli, Piao Chengri, et al. Study on wild poisonous plant resources and toxic components in Changbai Mountain Nature Reserve[J]. Biotic Resources, 2020, 42(6): 603–616.]

[20] Li R X, Zhang S Z, Zhang G J, et al. Association between vegetation patterns and soil properties in the Southeastern Tengger Desert, China[J]. Arid Land Research and Management, 2004, 18(4): 369–383.

[21] 程传宏. 五道峡自然保护区珍稀濒危植物及其保护对策[J]. 湖北林业科技, 2016, 45(4): 69–72. [Cheng Chuanhong. Rare and endangered plants in Wudaoxia Nature Reserve and their protection strategies[J]. Hubei Forestry Science and Technology, 2016, 45(4): 69–72.]

[22] Nowak A, Świerszcz S, Nowak S, et al. Red List of vascular plants of Tajikistan-the core area of the mountains of Central Asia global biodiversity hotspot[J]. Scientific Reports, 2020, 10(1): 6235.

Species diversity and distribution patterns of threatened vascular plants in Kyrgyzstan

SU Yuqi[1,2], MA Suliya[3,4], LI Yufan[1,2], WEI Qiuyu[2,5], WANG Hongfeng[1], LI Wenjun[2,3]

(1. Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China; 2. Conservation and Utilization of Plant Gene Resources, Key Laboratory of Xinjiang, Xinjiang Institute of Ecology and Geography Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, Xinjiang, China; 3. Sino-Tajikistan Joint Laboratory for Conservation and Utilization of Biological Resource, Xinjiang Institute of Ecology and Geography Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, Xinjiang, China; 4. Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, Inner Mongolia, China; 5. Tarim University, Alar 843300, Xinjiang, China)

Abstract: In order to understand the current situation of threatened vascular plant resources in Kyrgyzstan, this paper took threatened vascular plants in Kyrgyzstan as the research object, and used ArcGIS software to study their species richness distribution pattern combined with existing protected area data, and analyzed their family and genus composition, threat grade, life forms, and plant resource diversity. The results showed that there were 86 species of threatened plants in 27 families, 61 genera (including subspecific grades, the same below). Angiosperms dominate, monotypic families and monotypic genera are the main components of families. In terms of threat level, there are 12 species of Critically Endangered species (CR), 22 species of Endangered species (EN), and 52 species of Vulnerable species (VU), and human activities are the most important threat factors. The life types were divided into 64 species of perennial herbs, 9 species of trees, 7 species of shrubs, 6 species of subshrubs and 1 species of annual herbs and vines. The distribution of threatened plants is not uniform at the phytogeographic area scale, and they are concentrated in the west and southwest of Gilji, and the geographical protection area of plants with high species richness is small. On this basis, some suggestions for the protection of threatened vascular plants in Kyrgyzstan were put forward in order to provide reference for the conservation of plant diversity in the study area.

Keywords: threatened plants; vascular plants; distribution pattern; species diversity; Kyrgyzstan